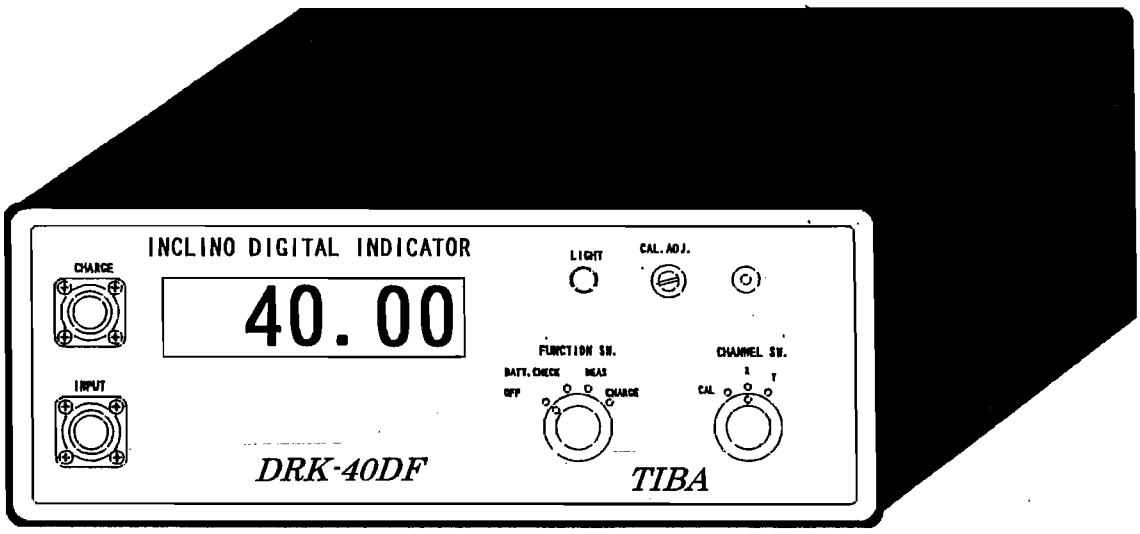
取 扱 説 明 書

挿入型管内傾斜計用指示計

DRK-40DF



お願い：本器をお使いになる前に，本書をよくお読み下さい。
本文中の注意事項は，必ずお守り下さい。
本書は，必要の時，すぐに取り出して読めるように大切に保管しておいて下さい。

はじめに

挿入型管内傾斜計（ＤＲＫ－４０ＭＭＳ（Ｗ）、ＤＲＫ－４０ＤＦ
をご採用いただきまして誠にありがとうございます。
本取扱説明書は、製品の操作、設置、接続方法等について説明しています。

本文をよくお読みのうえ正しくご使用下さい。

本取扱説明書は、最終ユーザ様まで必ずお届けいただきますよう、よろしくお願い申し上げます。また、最終ユーザ様におきましては、必要な時すぐに参照出来るよう、大切に保管しておいて下さい。

本取扱説明書に記載されている内容は、予告なく変更される場合がありますので、あらかじめご了承下さい。

本書に使用しているマークと約束事について

この取扱説明書では、製品を安全に正しくお使いいただき、お客様への危害や財産への損害を未然に防止するために、次のような絵表示を使用しています。

絵表示の意味は次の通りです。内容をよく理解されてから、本文をお読み下さい。

⚠ 危険	この表示は取扱を誤った場合に使用者が死亡又は重傷を負う危険が切迫して生じる事が想定される内容を示しています。

⚠ 注意	この表示は注意事項を守らないと、使用者がけがをしたり物的損害の発生が考えられる内容を示しています。

ご使用になる前に

お願い： 本器をお使いになる前に本書を必ずお読み下さい。
本文中の注意事項は必ずお守り下さい。

1． 計器設置箇所条件

⚠ 注意

・計器、指示計は落としたりぶつけたりしないで下さい。
落としたりぶつけたりすると故障の原因となります。
・設置箇所付近に落雷の恐れがある場合は、作業を中止し避難して下さい。
落雷事故、機器故障の原因となります。
・計器に過度の衝撃を与えないで下さい。
データが異常値となる原因となります。

2．計器の取扱について

⚠ 注意

・重量がある為、落としたりすると危険です。
けがの原因となります。また、計器、指示計の故障の原因となります。
・測定ケーブルの両端コネクタ付近を無理に曲げたり、引張らないで下さい。
ケーブル内心線が断線する場合があり、故障の原因となります。
・計器使用後は、必ず水分や汚れを拭き取り、キャップを締めて下さい。
汚れたままにしておきますと、計器の劣化が早まります。
・計器使用後は、必ず電源を切り収納箱に入れて保管して下さい。
・計器は、仕様範囲内で使用して下さい。
・規格ヒューズを使用して下さい。
異なるヒューズを使用すると、感電、火災、故障の原因となります。
・ケーブル端末を濡らさないで下さい。
計器の絶縁抵抗が低下し、故障の原因となります。また、データが異常値になる原因となります。
・計器に衝撃を与えないで下さい。
故障の原因となります。また、データが異常値になる原因となります。
本器と計測ケーブルの脱着時に水分や異物などが、コネクタ部に入らないよう十分注意して下さい。故障の原因となります。
・改造や分解をしないで下さい。
・バッテリの交換は、電源を切ってからおこなって下さい。
・指示計動作ランプが点灯から点滅に変化した場合は、直ちに測定を中止し必ず充電をおこなって下さい。
・本書に記載されている方法以外で改造、修理しないで下さい。

3．計器保存場所

⚠ 注意

・持ち運びの際は、必ず計器本体を持って下さい。
　ケーブルだけを持って持ち運ぶとケーブル心線が断線する場合があり、故障の原因となります。
・計器は、仕様範囲内で使用して下さい。
　計器が正常に動かない場合があります。
・計器とケーブルの付け根部分を無理に曲げたりしないで下さい。
　計器とケーブルの付け根部分を無理に曲げたりすると、ケーブル心線が断線する原因となることがあります。
・ケーブル端末を濡らさないで下さい。
　計器の絶縁抵抗が低下し、故障の原因となります。また、データが異常値になる原因となります。

4．廃棄について

⚠ 注意

・バッテリは火の中へ入れないで下さい。
　火の中に入れると、爆発したり、破裂したりすることがあります。

目　次

はじめに ..... Ⅰ

本書に記載しているマークと約束事について ..... Ⅱ

ご使用になる前に ..... Ⅲ

目　次 ..... Ⅴ

1. 概　　要 1

2. 測定原理 1

3. 特　　徴 2
　3-1 傾 斜 計 2
　3-2 指 示 計 2

4. 構　　成 2

5. 取扱方法 3
　5-1 測定管の設置 3
　5-2 測定器の取扱い 5
　5-3 測定方法 8
　5-4 測定結果の整理 9

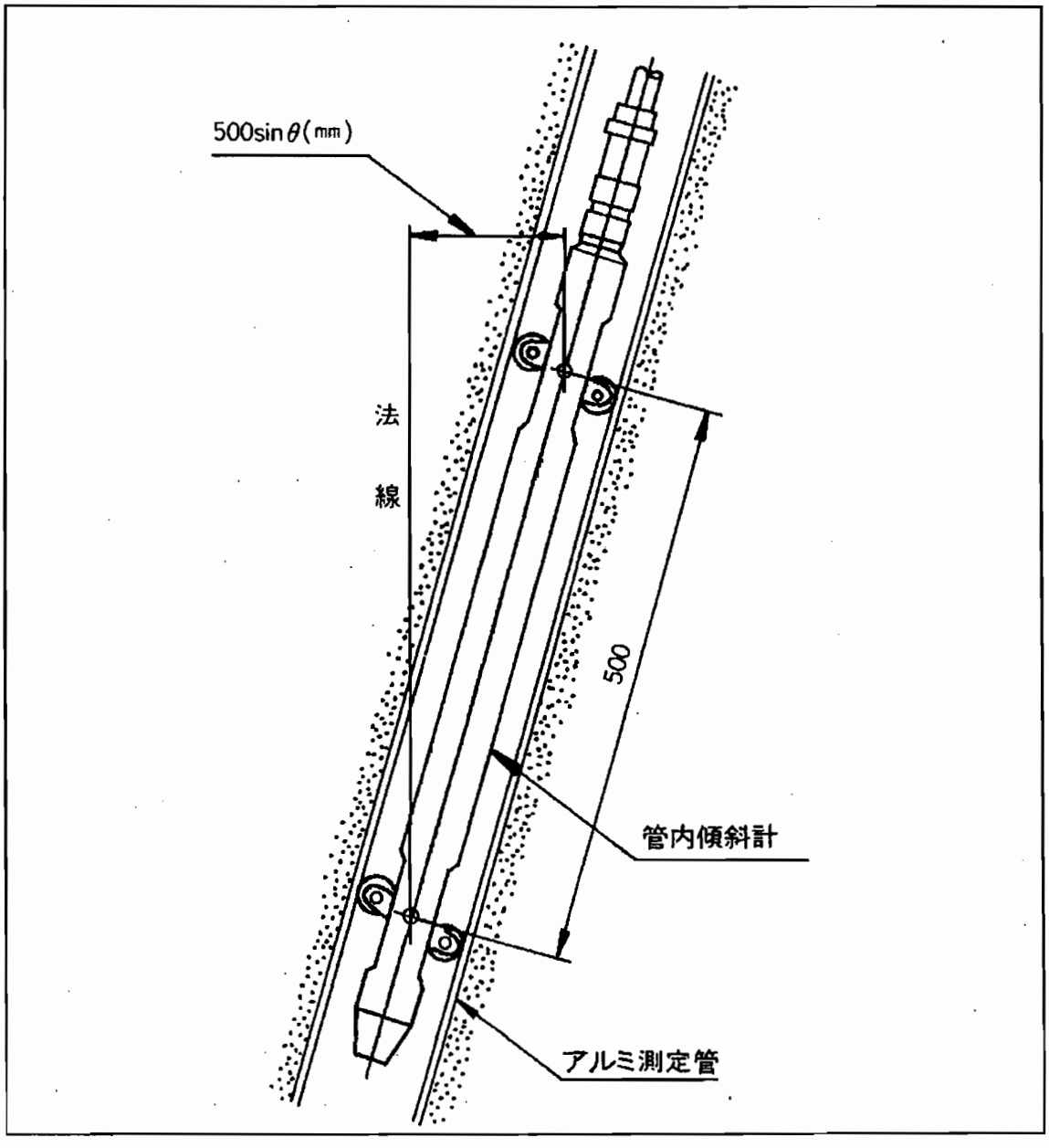
1．概　　要

この挿入型傾斜計は、土中にボーリングし、その中にアルミ測定管を設置して、そのパイプの微小の曲がり変位量を測定することにより、土中の横方法の動きを測定する計器です。

測定量は傾斜計により傾斜角を測定し、その値を変位量に換算し変位量をｍｍ単位でデジタルで直読できるように設計されています。

2．測定原理

あらかじめ設置されたアルミ測定管に傾斜計（センサ）を挿入します。センサの位置は、測定ケーブルの目盛りにより読み取ります。アルミ測定管の曲がりに応じた傾きをセンサが検知して、指示計より変位量として表示されます。



3．特徴

3-1 傾斜計

(1)挿入する傾斜計（センサ）の外径がきわめて細くなったために測定管も細径となり、ボーリングの経費が大幅に軽減します。
(2)傾斜計のガイドローラと測定管にあらかじめ設けた溝により 360° 方向に対する断面二次モーメントが各々一様です。
(3)傾斜計に使用している〔トルクバランス方式〕によるセンサは、非常に高い精度で変位を検出することができ、その分解能は1/100 mmです。

3－2 指示計

(1)指示計の指示値は、変位を“mm”単位でデジタルに直読できますので、読み取り誤差もなく容易に測定できます。
(2)指示計は、電源として充電可能なバッテリを内蔵していますので、使用場所を選びません。
また、付属品の充電器を使用して内蔵バッテリを充電することにより反復使用が可能です。さらに、指示計は過放電防止回路を内蔵しており充電器は、過充電防止回路が内蔵されていますので、バッテリの著しい寿命の低下を防止する効果 があります。

4．構成

本製品の構成は以下のとおりです。（標準）

構成内容

(1) 管内挿入型傾斜計	1台	（付属品：収納箱）
(2) 指示計	1台	（付属品：収納ケース、　　）
(3) 測定ケーブル	1本	

5．取扱方法

5－1 測定管の設置

(1)ボーリング

地盤の地中変位を測定する場合のボーリング深度は、支持層まで、つまり不動点となる点までの深さが必要です。この場合は、測定孔の最下端部を基準点として、地中内各深度の絶対変位を観測することができます。もし、最下端部が不動点とならない地盤の場合、地中各深度及び上部地表部の変位は、最下端部との相対変位を示すことになりますので、地表部測量で確認する以外、絶対変位の測量はできないことになります。また、ボーリング孔は測定管を固定するためのグラウト用ホースが無理なく挿入できるだけの大きさが必要で、通常、７６～１００mmで掘削します。

(2)測定管の組立と設置

測定管は、地中の動きに追従させることと管内挿入型傾斜計の方向性を一定に保って孔内をなめらかに移動させることが目的で使用されます。従って測定する地盤内の最も変位が大きいと予想される方向に測定管の溝が向くように注意して設置し、ボーリング孔壁と測定管の空隙は、グラウトにより密着させることが重要です。測定管の組立は、アルミ製もプラスチック製も共に同じ方法で以下の順で行います。

ａ）先ず、測定管端部の底部にキャップを取り付けます。測定管内に、一切の異物（但し、清水の浸入は支障ない）が入らないように注意する必要があります。従って、プラグには溝部以外の所にあらかじめ固着用リベット孔が４箇所あけてありますので、プラグの孔にあわせて測定管に孔（φ3.3）をあけ、切粉を払っておきます。

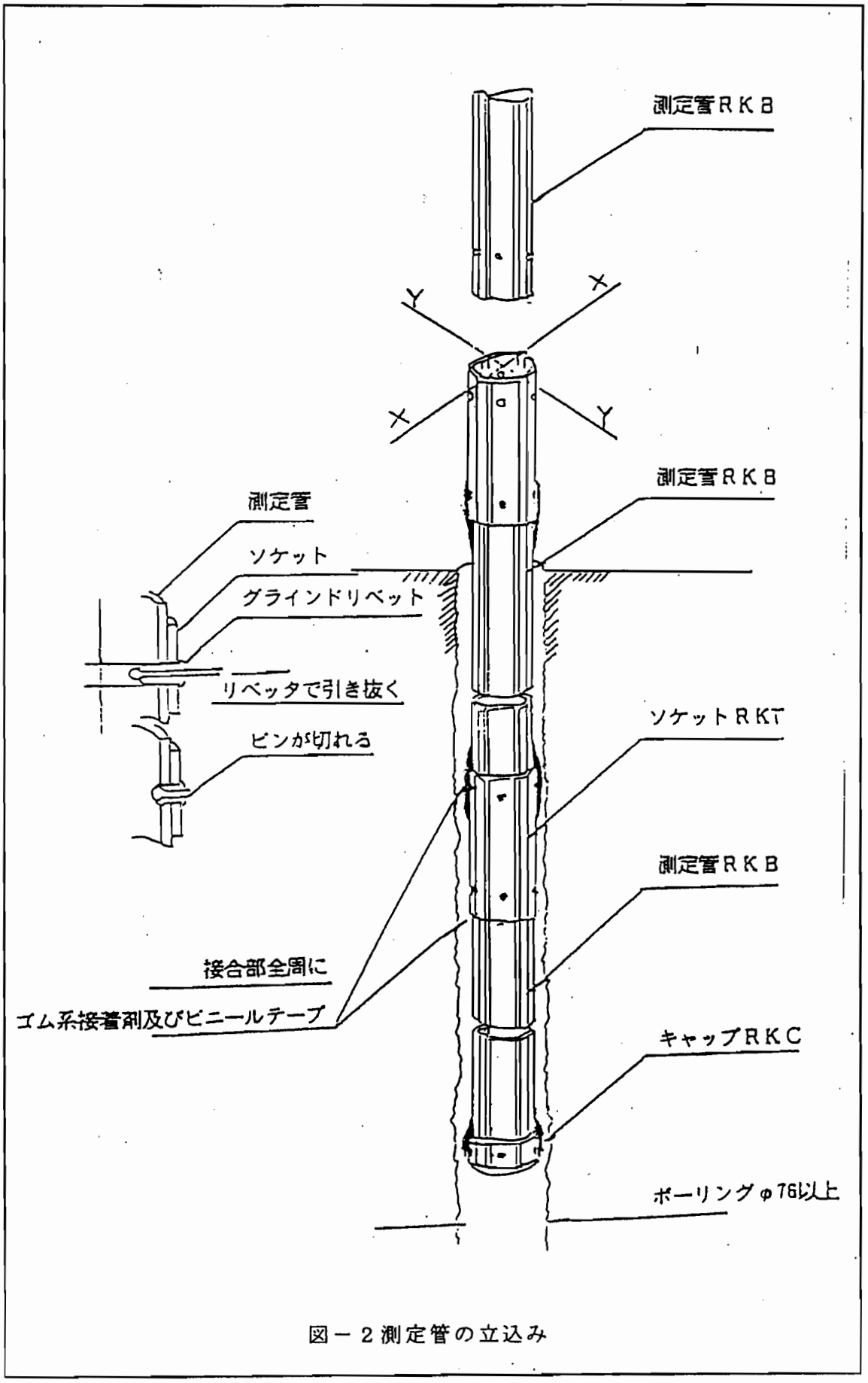
ｂ）プラグの内面と測定管の外側にプラグの長さ分だけ「ゴム系接着剤」を塗布して組み立てます。
a)項であけた孔にリベットを差し込み、専用工具（リベッタ）で、リベットに付いているピンを抜けば完全に固着されます。

ｃ）プラグ端部とリベット部に再度ゴム系接着剤を塗布して、ビニールテープを巻き付けておくと効果的です。

ｄ）以後はソケットを使用して連結しながらボーリング孔内に挿入します。
取付方法は前記プラグの取付方法と全く同じです。但し、a)項の説明にある通り、孔あけによって発生する切粉を取り除く必要がありますので、あらかじめ地上にて孔あけを行い測定管とソケットに合番号を書いておくことが必要です。また、測定管のソケット内挿入深さは、２分の１づつとなるようにし、測定管の突き合わせ部は「スキ」のないように注意しないと測定時に管内挿入型傾斜計のローラが引っかかることになります。

ｅ）測定管のボーリング孔内挿入が完成したら、測定管とボーリング孔壁をグラウトすることにより固着させます。この場合、グラウトチューブをあらかじめ測定管底部にビニールテープなどで軽く固定しておいて測定管と共 にボーリング孔内に挿入しておくとグラウト作業が効率よく行えます。(測定管挿入後にグラウトチューブを挿入することは、よほどボーリング径が大きくない限りできません。)
尚、グラウトは測定地盤と同じ程度の強度のＣＢセメントが適します。
次ページに「測定管の立込み（埋設）」図（図－２）を示します。

(3)測定管の立込み（埋設）



図－２測定管の立込み

5－2 測定器の取扱い

(1)傾斜計

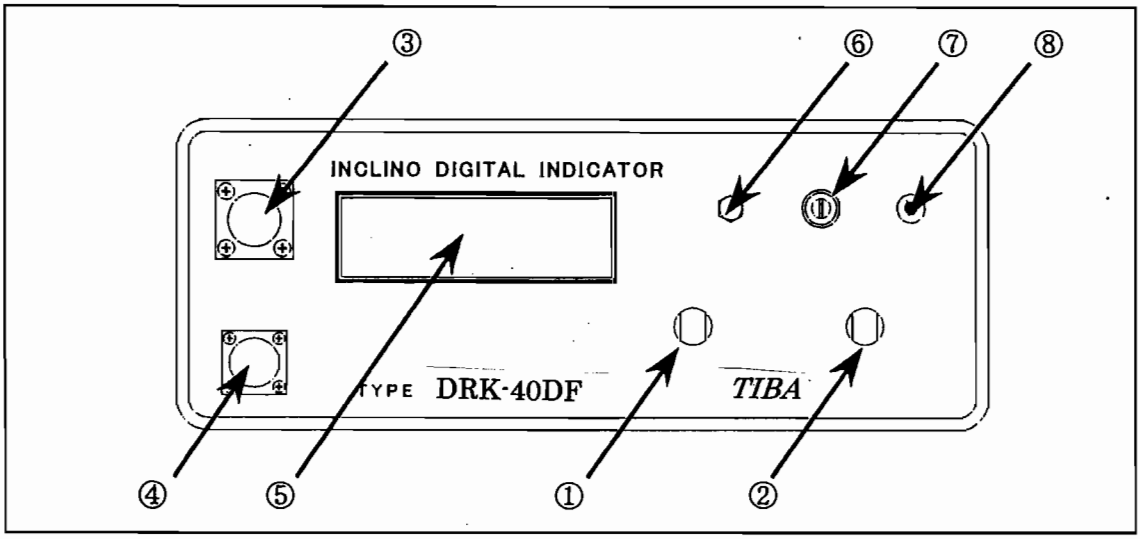
a．この計器は携帯に便利なように計器頭部で防水コネクタを使用して測定ケーブルと分離できるようになっております。測定時には、防水コネクタネジ部を完全に締め付けてから測定を行って下さい。もし、コネクタのネジ締めが不完全な場合は防水の役目を果たさず、計器に水が浸透し絶縁不良になり、測定不良となります。

b．測定ケーブルには、メジャースケールマークが透明被覆内に巻込まれています。傾斜計（センサ）の測定位置深度は、このスケールマークを読み取ることにより測定します。但し、ケーブルメジャースケールマークの基準位置は傾斜計プローブローラ間（500mm）の中心となっています。

c．傾斜計の傾斜方向の極性を示すラベルが貼付されていますので極性が合うようにアルミ測定管に挿入して下さい。

(2)指示計の取扱方法

a．各部の名称とその機能



①FUNCTION SW

“OFF”の位置に回すと電源が切れます。

“BATT CHECK”の位置で内蔵電池の電圧を⑤に表示します。

“MEAS.”の位置で測定状態になります。

専用充電器（付属品）を③に接続して“CHARGE”又は“off”の位置に回すと内蔵電池が充電されます。

②CHANNELSW

“CAL”の位置に回すと⑤にCAL.値を表示します。CAL.は⑥の“CAL.ADJ”の調整ネジを－ドライバにより廻して成績表に記載してあるCAL.値に合わせます。①のスイッチを“MEAS.”の位置廻すと共に②のスイッチを“X”または“Y”の位置に廻すことにより、センサのX軸およびY軸の測定値が⑤の表示板に表示されます。

③専用充電器の接続コネクタ

①のスイッチを“CHARGE”又は“off”の位置に回すと内蔵電池が充電されます。

④測定用ケーブルの指示計側コネクタ

プラグを挿入する受口です。ケーブルの着脱は受口の矢印（↑）とプラグの矢印（↓）を合わせ、プラグの根元を持って押し込むと“カチッ”と音がして接続されます。完全に接続されるとケーブル部分を引張っても抜けません。ケーブルを受口より引抜く時は、プラグの矢印のある部分を指先でつまみ、少し力を入れて引抜くと楽に抜けます。

⑤LCD（液晶）表示板

測定値、CAL.値、電池電圧の各値が CHANNEL SW の切替えで表示されます。暗い場所で見えにくい時は⑥を操作して表示部を照らしながら測定します。

⑥LIGHT LAMP用スイッチ

暗い場所や夜間の測定の場合にこのスイッチを押すと⑤の液晶表示板内にある照明用ランプが点灯します。スイッチは指先で押している時だけ点灯し離すと消えます。

⑦CAL.ADJ.

CAL. 値を調整するトリマです。指示計①の FUNCTION SWを MEAS の位置、CHANNEL SW②をCAL.の位置に合わせます。液晶表示板にCAL. 値が表示されますのでトリマを回し調整します。

⑧本器の作動を示すランプ

作動中、赤色に点灯します。バッテリ電圧が低下してきますと、過放電防止回路が働き、ランプが点灯から点滅に変わります。

b．測定の準備

1．傾斜計（センサ）と測定ケーブル接続し、測定ケーブルの他の端を指示計の④に接続します。

2．指示計①の FUNCTION SW をOFFの位置から BATT.CHECK に液晶表示板⑤の数値が5.5V以下の時は直ちに充電操作をしてから使用して下さい。

c．測定の手順

1．指示計の FUNCTION SW を OFF の位置から BATT.CHECK に回します。バッテリ電圧が12.5V以上にあることを確認後MEAS.の位置に回します。

2．CHANNEL SW②をCAL. の位置に回し、⑦のCAL.ADJ.のネジをードライバで静に左右いずれかに回しながらLCD表示板の指示している数値を試験成績表に記載されている CAL の指定値に合わせます。
（本器の場合CAL.値を48.00に合わせて下さい）

3．次に、CHANNEL SW②を（X）（一軸用）または（X）ないし（Y）（二軸用）の位置に回します。これで傾斜角の測定状態となり、指示計はその時点で傾斜角を変位に換算し、（mm）単位の数値で指示します。

4．測定が完了次第、FUNCTION SW を OFF の位置に戻します。これで内蔵のバッテリ電源からの供給が遮断されます。

５－３ 測定方法

測定方法は次の順序で行います。

（１）測定に先立ち、傾斜計（センサ）と指示計を接続し、センサをほぼ垂直に立てた上で少し傾斜させてみてセンサに貼付してある極性と合致していることを確認します。また、同時にローラが正常に回転することと横振れ（ローラ軸の摩擦によって起こる）の有無を確認します。（ローラの回転が悪い場合は交換する必要があります）

（２）傾斜計（センサ）の方向を確認して、測定管内孔尻までゆっくりと下ろします。この場合、ケーブルによじれがあると、測定値が安定しなくなりますので注意して下さい。そして、このまま30分間放置してから測定を始めます。これは、センサ内の検出器を温度的に安定させる為に必要な条件です。

（３）指示計のFUNCTION SW をMEAS.にし CHANNNEL SW（X)または(Y)にします。そして、３～５分間位放置してから測定に入ります。

（４）傾斜計（センサ）を50ｃｍ間隔で引き上げて、指示計の指示値を記録紙の“M1”に記録します。（なお、二軸用の場合、図－３の②のスイッチを“X”にした時と“Y”にした時を別々の記録紙に記録します。）測定ケーブルには、50cmごとにメジャースケールマークがありますので、この目盛りを基準に固定して計測します。この場合、測定管上端部にケーブルストッパを付けておくと簡単に固定でき、一人で測定操作と読み取り記録が可能となります。（ケーブルストッパは、オプションで販売しています。）

（５）孔口まで測定が終了したら、傾斜計（センサ）を引き抜き180度回転させて再度測定管にゆっくりと孔尻まで下ろし、5分間放置した後再び50cm毎に引き上げながら、（４）同様に測定を行い記録紙の“Ｍ２”に記録します。

（６）測定が終了したら、指示計の FUNCTION SW を OFF にしてから測定ケーブルを指示計およびセンサから引抜きます。センサは水分をよくふき取り、特にローラ部に砂等の異物が付着している場合は、よく水洗いしてから軸部に注油しておいて下さい。また、保護用キャップを忘れずにしておいて下さい。

（７）注意事項

ａ．測定管をボーリング孔内に設置した後の最初の測定は、初期値（基準値）として用いますので、最初は2回測定してその平均値を使用します。

ｂ．指示計～センサ間の測定ケーブルの接続は、コネクタピンあるいは防水Ｏリングに砂等の異物が付着していないことを確認のうえ、コネクタの接続部分を確実に締め付けて下さい、コネクタピンの接触不良、接続部分の締め付け不良による漏水は、測定値に大きな誤差となって表示されます。

ｃ．指示計の電気回路は、強い直射日光や湿気を嫌います。これらの注意を怠ると表示を狂わせることがありますので、注意して下さい。

ｄ．測定は、常に孔尻より順次地上に向かって行うようにして下さい。万一途中で引き上げすぎて戻す場合は、１ｍ以上下ろしてから再度引き上げるようにして下さい。

逆に下ろしながら測定を行うと、誤差の原因となります。（測定中に、例えばローラ部に異物が付着して回転がスムーズでなくなったり、測定管継ぎ目部で引っ掛けたりしないために、測定ケーブルにたるみが生じていても、気づかずに測定を行ってしまう場合があり、正しい深度での測定が出来なくなるためです。）

5－4 測定結果の整理

現場で測定されて得られたデータは、以下に示す順序で整理を行い、地中の水平変位として求めることができます。

（1）各深度における指示値（M1、M2）

測定原理のところで説明されているとおり傾斜計（センサ）で検出された値は傾斜計ローラ間の中心を基準にして、500mmの位置における傾斜角（θ）を指示計内で自動的に変位（$500\sin\theta$）に換算された値を示します。しかし、どのような計器であっても必ず、ある程度の定められた範囲以内の誤差、つまり、固有誤差をもっているものです。従って、各深度別測定共に正常な方向(M1)と180度回転した方向、つまり逆方向（M2）の2回を測定して固有誤差を相殺するようにします。
例としてある深度におけるデータを使用して説明します。

M1＝-1.02＝真の値（-1.00）＋誤差（-0.02）
M2＝+0.98＝真の値（+1.00）＋誤差（-0.02）
（M1＝正常な方向の指示値、M2＝逆方向の指示値）とすれば、
真の測定値ΔMは、

$$\Delta\overline{M} = \frac{M1 - M2}{2}$$

$$= \frac{(-1.02) - (+0.98)}{2}$$

$$= \frac{-2.00}{2}$$

$$= -1.00$$

となり、固有誤差は相殺されて、真の値が計算されることが分かります。

（2）初期値

測定管を設置した後、最初に測定した時の測定値$\Delta\overline{M}$がそのまま初期値M_0となります。

最初の測定値　$\Delta\overline{M}$＝初期値　M_0

（3）真の深度別変位量（ΔM）

測定管は、ボーリング孔内に設置されますので、鉛直に設置するつもりであっても、必ず少しは傾斜して設置されます。従って、測定管を設置した時に測定した値（M_0）を基準として、その後に測定した値（ΔM）より最初の基準値（M_0）を差し引いたものが、真のその深度における変位（ΔM）となります。

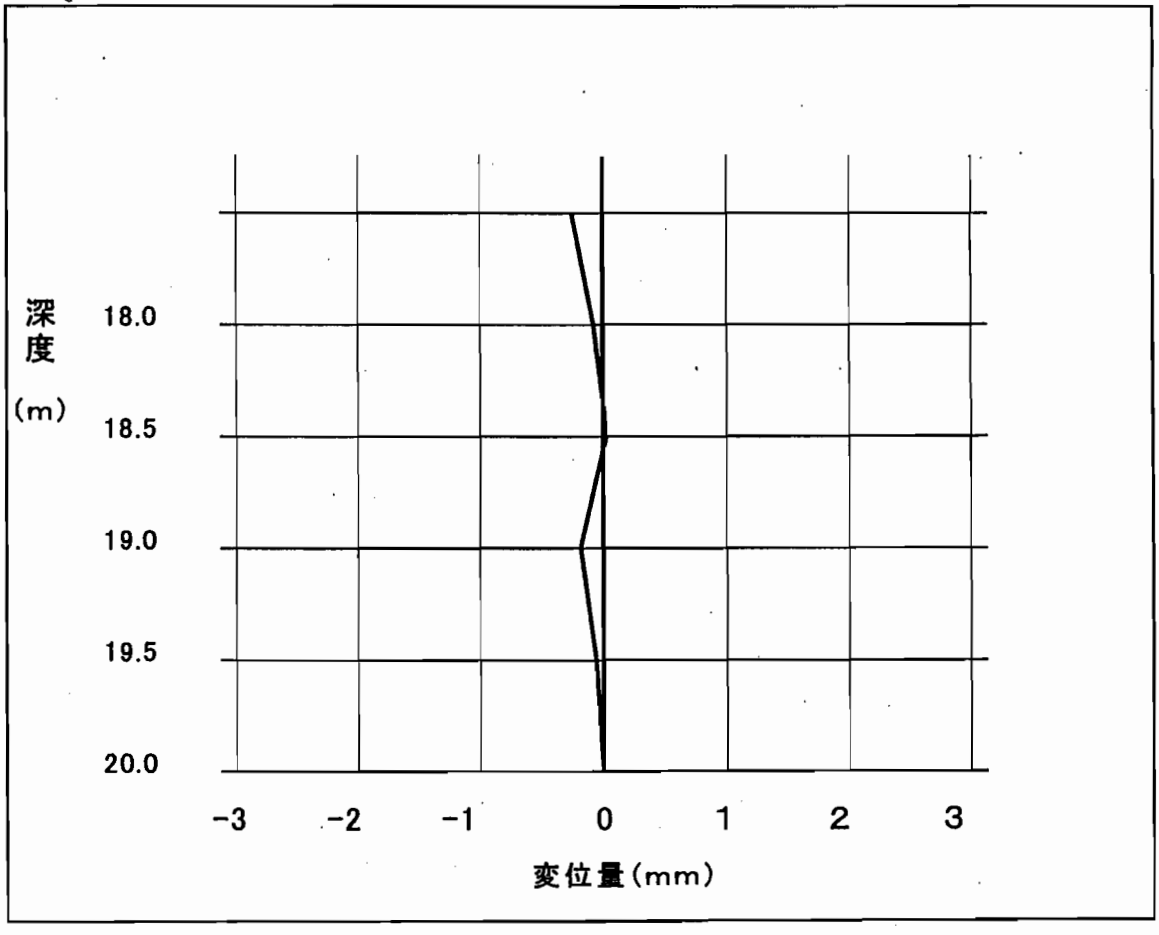
（４）累計変位量（Σ Δ）

地中変位の測定は、前記５－１（１）項でも述べました通り、通常測定管の最深部を不動点として計算されて、孔の間借りカーブが描かれます。従って、測定孔の変位は最下部を基準として計算されて2度目の測点からは前段の値を累積していくことになります。

具体的に例を示せば下記のようになります。

深度	深度別変位量	累計変位量	[計算方法]
		-0.20	[－0.04＋（-0.16）]
18.0	-0.16	-0.04	[＋0.01＋（-0.05）]
18.5	-0.05	+0.01	[－0.14＋（+0.15）]
19.0	+0.15	-0.14	[－0.01＋（-0.13）]
19.5	-0.13	-0.01	[＋0.00＋（-0.01）]
20.0	-0.01	+0.00	[基準]

上記の数値をグラフ化すれば下記のようになります。



挿入型管内傾斜計　地中変位測定記録紙

測定年月日	曜日	天気	測定時刻	測定点位置	測定方向	測定者氏名
					X ・ Y	

測定深度 (m)	指示値		測定値	初期値	変位量	累計変位量
	第1回(正) M1	第2回(逆) M2	$\Delta\overline{M}=\frac{(M1-M2)}{2}$ (mm)	M_0 (mm)	$\Delta\overline{M}=\Delta M-M_0$ (mm)	Σ_Δ (mm)